

ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ АКТИВИРОВАННОЙ ВОЛЬФРАМОМ КЕРАМИКИ MgF_2

Ж.Т. Карипбаев, Д.А. Мусаханов, А.Т. Тулегенова, А.А. Мархабаева
Научный руководитель: профессор, д.ф.-м.н. В.М. Лисицын
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Россия, г.Томск, ул. Тимакова, 12, 41-98-31
E-mail: lisitsyn@tpu.ru

Синтез керамики. Существует трудность в синтезе активированных кристаллов MgF_2 . Температура плавления кристалла 1263 С, что исключает возможность выращивания кристаллов не в вакууме и введение поливалентных примесей металла в обычных нагревательных печах с вольфрамовыми нагревателями. В вакуумной среде при высоких температурах образуются летучие соединения фтора с ионами поливалентных металлов. Поэтому нужно проводить в воздушной атмосфере, лучше с добавками кислорода гидроксила. Для синтеза было сделано тигель, изготовленной из меди массивной пластин. В шихту из порошка MgF_2 добавлялся для активации оксид вольфрама (WO_2) и соактиватор в виде гидроокиси лития (LiOH) с весовыми концентрациями от 0.05 до 0.3%. Шихта насыпалась в тигель, представляющий собою ряд конических углублений диаметром 1 см. На шихту в тигле направлялся мощный поток электронов с энергией 1.4 МэВ и плотностью мощности 18 КВт на см^2 от ускорителя ЭЛВ-6, который сканировал вдоль тигля со скоростью 1 $\text{см} \cdot \text{с}^{-1}$. Пучок электронов с сечением у поверхности мишени 1 см^2 в течении 1 с плавил шихту, которая после воздействия быстро застывала, образуя керамический образец с заданным по шихте соотношением примесей. Отличие использованного метода синтеза заключается в том, система атомов, формирующих материал, находится в сильно ионизованном состоянии.

Синтезированные керамические образцы на основе фторида магния имеет вид пластин диаметром около 1 см и толщиной до 3 мм. Внешний вид образцов, расколотых после синтеза, представлен на рис. 1. Исследования морфологии образцов с использованием растрового электронного микроскопа (РЭМ) Hitachi TM3030 показали, что поверхность образца имеет вид застывшего расплава. Как показали исследования, элементный анализ образцов соответствует заложенному в шихте, но отличается количественно, неравномерно изменяется по поверхности образца. Примесь вольфрама распределена дисперсно по поверхности.



Рис. 1. Фотография образцов синтезированной керамики

Люминесценция керамики. Исследования спектров возбуждения и люминесценции образцов синтезированной керамики MgF_2 с разным составом активатора WO_3 и соактиватора LiOH были выполнены с использованием спектрофлуориметра Cary Eclipse фирмы «Аджилент».

Керамика, синтезированная из особо очищенного сырья фторида магния, подготовленного для выращивания особо чистых кристаллов MgF_2 практически не люминесцирует при возбуждении излучением в области 200 – 500 нм. Результаты исследования образцов керамики, синтезированных из шихты с добавками активаторов представлены ниже. На рис. 2 приведены результаты исследований спектров возбуждения и люминесценции образцов керамики MgF_2 , синтезированной из шихты с содержанием 0.05 вес. % WO_3 . Люминесценция возбуждается в области 340 – 650 нм. Спектр люминесценции имеет вид полосы с хорошо выраженным максимумом излучения на 470 нм и

полушириной 0,7 эВ. Спектр возбуждения люминесценции имеет два выраженных участка. Люминесценция нарастает с уменьшением длины волны возбуждения от 300 до 270 нм, затем остается почти неизменной вплоть до 230 нм и резко растет к 200 нм. Характер спектра возбуждения не зависит от длины волны спектра измеряемой люминесценции.

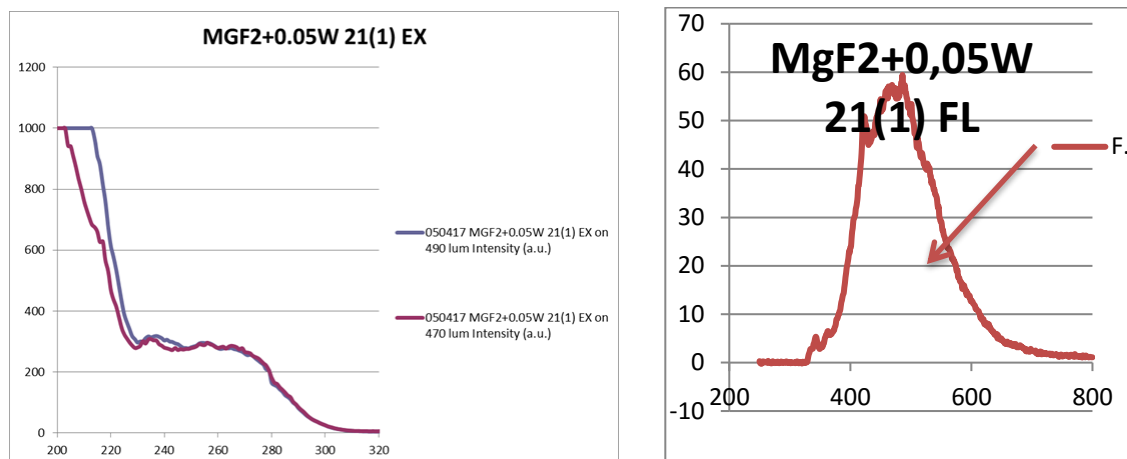


Рис. 2. а) Спектры возбуждения люминесценции на 470 (1) и 490 (2) нм в образце $\text{MgF}_2 + 0.05$ вес. % WO_3 . б) Спектр люминесценции $\text{MgF}_2 + 0.05$ вес. % WO_3 при возбуждении в области 250 нм

Результаты исследований спектральных характеристик люминесценции и возбуждения керамических образцов с различным содержанием активатора и соактиватора можно выделить следующие основные закономерности. Введение активатора и соактиватора в керамику на основе фторида магния делает материал способным к интенсивной люминесценции, по крайней мере на два порядка более интенсивной, чем люминесценция чистых кристаллов. Вид спектров возбуждения люминесценции не зависит от концентрации активатора, наличия соактиватора. Люминесценция возбуждается в области 340 – 650 нм во всех исследованных материалах с подобными характеристиками спектров.

Спектры люминесценции, возбуждаемые излучением в области 240 – 290 нм имеют вид монополосы с выраженным максимумом и относительно простой формой. Полученные результаты спектральных исследований керамики MgF_2 , в основном имеют сходство с результатами изучения активированных поливалентными ионами кристаллов LiF [4,5]. Можно высказать предположение о том, что в исследованной керамике на основе MgF_2 , активированной ионами вольфрама при синтезе формируются центры свечения с кислородно-вакансионными комплексами [6]. Кислород играет доминирующую роль в излучательных свойствах керамики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ikesue A., Aung Y.L., Taira T., Kamimura T., Yoshida K., Messing. G.L. Progress In Ceramic Lasers // Annu. Rev. Mater. Res. 2006. V. 36. P. 397–429
2. Минакова Т.С., Екимова И.А. М61 Фториды и оксиды щелочноземельных металлов и магния. Поверхностные свойства. – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2014. – 148 с.
3. Martinu, P. Thin films prepared by sputtering MgF_2 in an rf planar magnetron / P. Martinu, H. Biederman and L. Holland // Vacuum. – 1985. – Vol. 35. – № 12. – P. 531–535.
4. Lisitsyna L. A. , Korepanov V. I. , Lisitsyn V. M. , Eliseev A. E. , Timoshenko N. N. , Dauletbekova A. K. Impurity cathodoluminescence of oxygen-containing LiF crystals // Optics and Spectroscopy. - 2011 - Vol. 110 - №. 4 - p. 529-533
5. Lisitsyna L. A. , Korepanov V. I. , Abdrakhmetova A. A. , Timoshenko N. N. , Dauletbekova A. K. Pulsed photo- and cathodoluminescence of LiF crystals doped with tungsten oxide // Optics and Spectroscopy. - 2012 - Vol. 112 - №. 2 - p. 175-181
6. Lisitsyna L. A. , Lisitsyn V. M. Composition nanodefects in doped lithium fluoride crystals // Physics of the Solid State. - 2013 - Vol. 55 - №. 11. - p. 2297-2303 [11409-2013]